Costruisci il tuo
LABORATORIO
e pratica subito con
L'ELETTRONICA
n. 12 - L. 12.900 - 6,66 euro
TEORIA
Contatori digitali (I)
CONTROLLO
Flip-flop temporizzato
LED ad accensione ritardata
DIGITALE
Contatore binario standard
Contatore ascendente/discendente
Porta NOR a quattro entrate
AUDIO
Generatore di suono a sirena
LABORATORIO
Connessioni della tastiera superiore
IN REGALO in questo fascicolo
4 Molle
80 cm. di Cavo verde
1 Circuito integrato 4029
Peruzzo & C.
9 771129 409005
00012

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

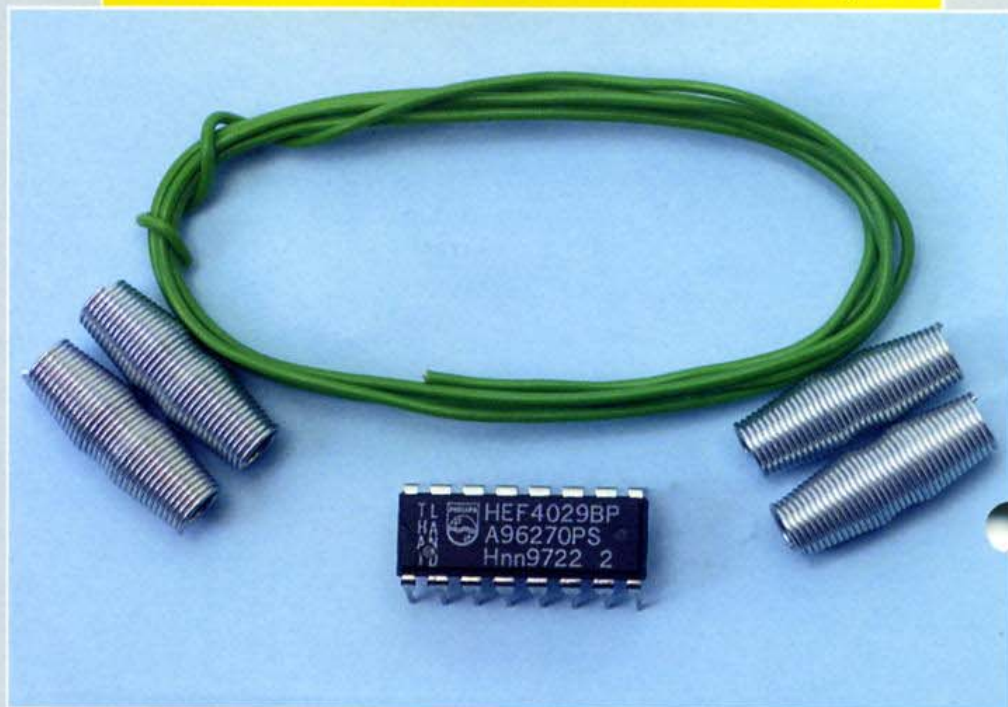
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

4 Molle | 80 cm. di Cavo verde | 1 Circuito integrato 4029

In questo fascicolo si completa la connessione di una colonna a 4 pulsanti e continua la fornitura dei componenti per realizzare molti esperimenti.

Contatori I

Si tratta di circuiti la cui uscita è un numero binario che incrementa con gli impulsi del clock.

Il contatore è un circuito integrato di grande utilizzo nella maggior parte delle apparecchiature digitali, dai calcolatori ai computer, che compie una funzione antichissima: il conteggio. Le sue uscite cambiano di valore ogni volta che all'entrata del suo clock viene introdotto un impulso, che incrementa il codice binario nel successivo valore. In questo modo possiamo contare il numero di persone che entrano in uno stabilimento, il numero di viti che un nastro trasportatore trasporta, il numero dei chilometri percorsi o semplicemente i secondi che passano. In definitiva, tutto quanto sia conteggiabile, ha bisogno di un circuito contatore.

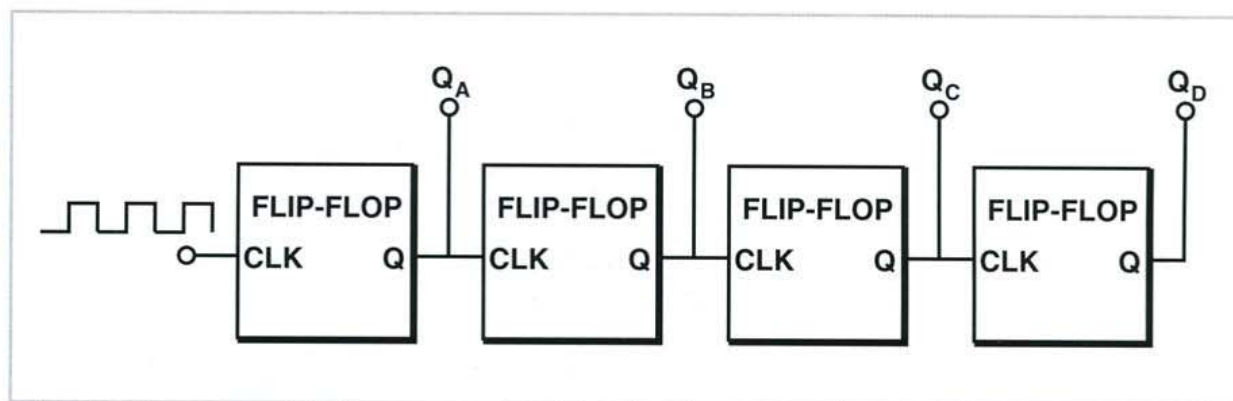
I contatori meccanici sono costituiti da ingranaggi che, azionati da un dispositivo elettrico, girano e cambiano i numeri.

Il problema

Il problema è che essendo un circuito digitale, capisce e lavora solamente con degli 'zero' e degli 'uno'. Il segnale che comanda l'ingresso del clock è l'impulso. Quindi, ogni grandezza o ogni evento che intendiamo misurare, dobbiamo trasformarlo in impulso, cosicché il contatore lo possa contare. Se vogliamo contare il tempo trascorso, per esempio, è facilissimo: basta costruire direttamente un oscillatore che eroghi impulsi da 1 Hz, collegarlo all'entrata del contatore e contare i secondi trascorsi. Se invece vogliamo contare le persone che entrano in uno stabilimento, invece, come possiamo fare? Semplice: la risposta ci viene data dai dispositivi posti all'entrata di molti dei grandi magazzini. Sono barriere dotate di fasci di luce infrarossa che, interrotti dal passaggio di una persona, generano un impulso che verrà utilizzato perché il contatore avanzi. Come in questo caso, qualsiasi evento vogliamo contare, dobbiamo convertirlo in impulsi utilizzando uno dei tanti circuiti elettronici che generano impulsi.

I contatori digitali vengono utilizzati in una notevole quantità di applicazioni.

Il conteggio

Forse non ci siamo accorti di un piccolo dettaglio che può passare inosservato, ma che è importantissimo. All'uscita è sempre presente un numero binario: l'ultimo numero del

Le uscite di un contatore cambiano ad ogni impulso del clock, incrementando normalmente il conteggio.

conteggio rimarrà presente nell'uscita fino a quando non appare un nuovo impulso del clock. Perché il numero rimanga all'uscita occorre memorizzarlo, è necessario che ogni bit presente all'uscita del contatore, venga memorizzato perché ne rimanga fissato il valore fino all'ingresso di un nuovo impulso che verrà nuovamente immagazzinato. In un contatore meccanico questo problema non esiste, perché arrestandosi, rimane fermo sul numero che era automaticamente memorizzato.

Elementi della memoria: bistabili

I bistabili, conosciuti anche come flip-flop, sono circuiti di base che implementano funzioni di memorizzazione in uno stato binario, mantenendo l'ultima informazione inviata, anche nel caso in cui l'entrata che l'ha inviata sia nel frattempo scomparsa.

Come indica proprio il nome, hanno due stati bistabili: l'uscita si può trovare a '0' o a '1' in forma stabile, a seconda di come sia stata eccitata l'entrata. Costituiscono la base di alcuni circuiti digitali: soprattutto contatori e registri di spostamento.

La loro caratteristica – mantenere l'informazione – fa sì che li si possa considerare funzioni elementari della memoria. Consentono la memorizzazione dell'unità minima dell'informazione binaria, il bit. Nel caso dei contatori, essi si basano sui bistabili, esistendo sul mercato contatori integrati costruiti con diversi tipi di bistabili. Vengono realizzati mediante bistabili perfettamente collegati e, a seconda dei casi, anche completati da porte logiche.

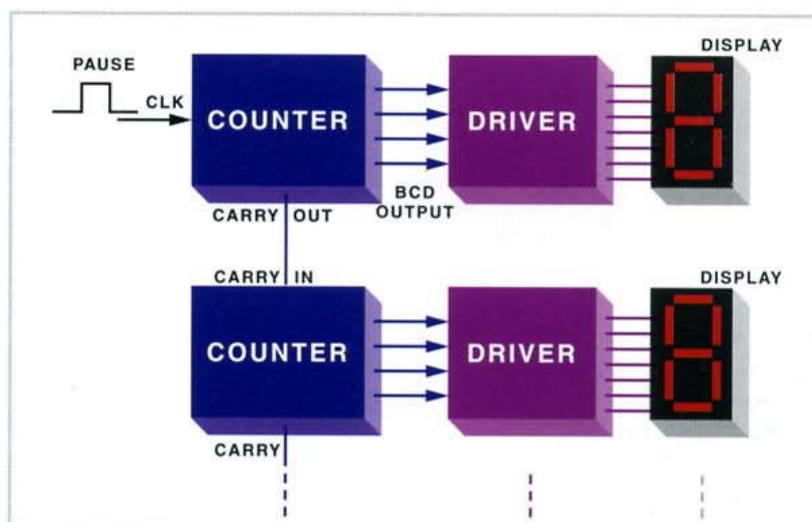
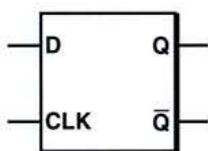



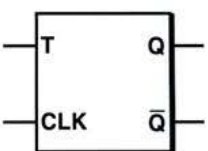
Diagramma dei blocchi di un contatore con presentazione dell'uscita in numeri naturali e sistema decimale.

Num. bits	Counts
1	2
2	4
3	8
4	16
•	•
•	•
•	•
N	N

Il massimo numero dei passaggi che possono venire conteggiati viene direttamente dato dal numero dei bits del contatore.

FLIP-FLOP D

D	Q	PULSE	Q+1
0	0	_┌	0
0	1	_┌	0
1	0	_┌	1
1	1	_┌	1

Flip-flop D: tavola della verità.

FLIP-FLOP T

T	Q	PULSE	Q+1
0	0	_┌	0
0	1	_┌	1
1	0	_┌	1
1	1	_┌	0

T Q CLK Q̄

Flip-flop T: tavola della verità.

Bistabile D

In genere, questo tipo di bistabile possiede soltanto un'entrata di dati (D). L'informazione presente all'entrata D appare solamente all'uscita Q nel momento in cui l'onda quadra del clock assume un valore alto.

Bistabile JK

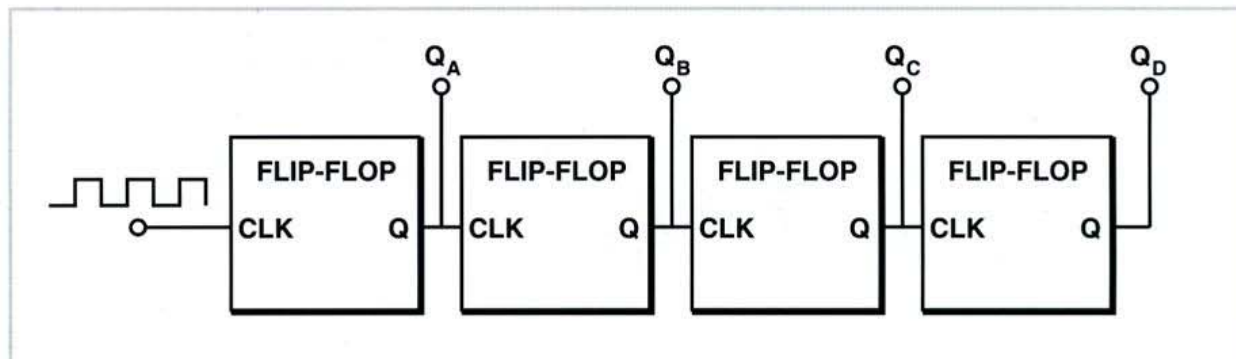
È, forse, il bistabile più importante e, di conseguenza, il più utilizzato. Si comporta, praticamente, come il flip-flop R-S, che è l'unità di memoria più semplice esistente e che abbiamo già avuto modo di vedere nell'esperimento "DIGITALE 7".

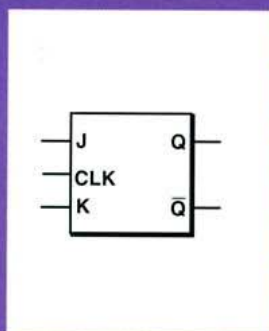
L'uscita cambia sempre quando le entrate sono J = K = 1, condizione conosciuta come alternanza (toggle). Se l'entrata J = 1 quando riceve un impulso all'entrata del clock, l'uscita passa a 1 (Q = 1); invece, se K = 1 e viene ricevuto un impulso, l'uscita passa a 'zero' (Q = 0). Questo funzionamento è identico alle funzioni SET e RESET, per mettere a '1' e a '0' rispettivamente quelle che in questo caso equivarrebbero alle entrate J e K, con la differenza che queste ultime non agiscono se l'impulso del clock non è presente.

Bistabile T

È un bistabile che non ha l'ingresso dei dati, in cui, cioè non possiamo memorizzare uno '0' o un '1'. Questo flip-flop possiede soltanto l'ingresso del clock, di modo che ogni volta che il segnale passa da zero a uno, l'uscita Q cambia di stato. Questo tipo di bistabile è molto utilizzato; non esiste sul mercato in questa forma, ma lo si può ricavare molto semplicemente partendo da altri bistabili (JK e D).

Bistabili-Contatori

Proprio come abbiamo detto, i contatori vengono costruiti

Per costruire un contatore collegheremo tra loro tanti bistabili o flip-flop quanti sono i bits che vogliamo ottenere all'uscita.

Contatori I

J	K	Q	PULSE	Q+1
0	0	0	⌐_	0
0	0	1	⌐_	1
1	0	0	⌐_	1
1	0	1	⌐_	1
0	1	0	⌐_	0
0	1	1	⌐_	0
1	1	0	⌐_	1
1	1	1	⌐_	0

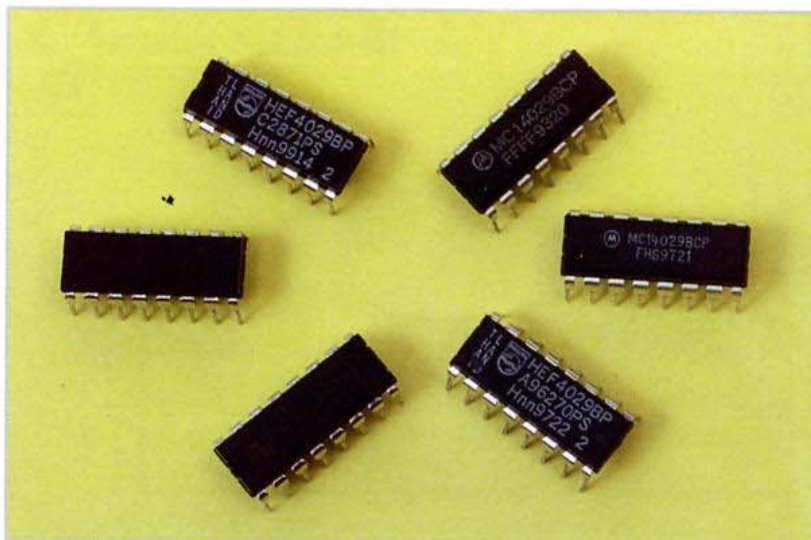
Flip-flop JK: tavola della verità.

raggruppando diversi bistabili, ma quanti? C'è una relazione diretta tra il numero dei bits che vogliamo ottenere da un contatore e il numero massimo che vogliamo esso conti. Questa relazione viene data dalle potenze del 2, 2^N, dove N è il numero bits del contatore. Così, se vogliamo contare fino a 7, dovremo inserire un contatore da 3 bits, che ci conterà 2^3=8 passi, da 0 a 7. Con 4 bits possiamo contare 2^4= 16 passi, da 0 a 15. Di norma, i contatori possiedono 4 bits per poter così essere raggruppati e formare i bytes (8 bits), che sono le unità fondamentali con cui normalmente operano i computer, anche se attualmente lavorano di 4 in 4, dato che si lavora con 32 bits. Esistono anche contatori (di comune utilizzo) da 8 bits, implementati direttamente in un integrato.

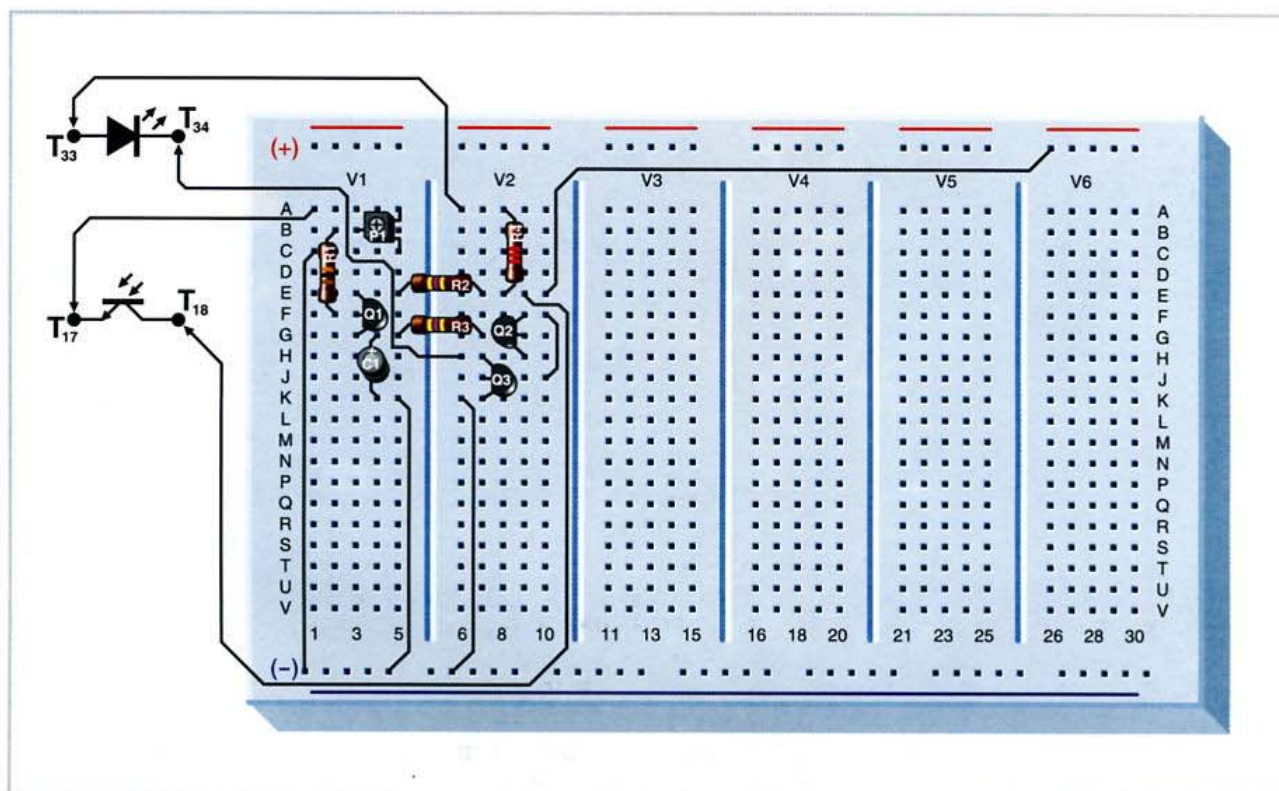
Sistema completo di conteggio

Un contatore con un'uscita da 4 bits non potrà fornire un'informazione accurata se, per esempio, il circuito dovesse contare le persone che entrano in uno stabilimento, dato che potrebbe contare solamente fino a 15. Per lavorare con numeri maggiori, si devono collegare in serie diversi contatori. Facendo così, si incrementa il numero dei bits dell'uscita e quindi il numero del conteggio aumenta.

Normalmente vengono utilizzati i numeri naturali rappresentati su un display: il sistema binario si utilizza solamente nei circuiti e per effettuare qualche altro esperimento. Bisogna, tuttavia, fare innanzitutto una rettifica: l'informazione non verrà rappresentata, bensì verrà processata mediante un computer. Lavoreremo, quindi, con un sistema binario puro, che con 4 bits andrebbe da 0000 a 1111, ma quando vorremo rappresentare l'informazione e passarla al display, dovremo lavorare con un codice BCD (che va dallo 0 = 0000 fino al 9 = 1001).

Un sistema d'informazione consta di diversi contatori collegati tra loro mediante dei terminali appositamente disposti a tale scopo e che vengono normalmente chiamati CARRY IN e CARRY OUT (trasporto d'entrata e trasporto d'uscita), ma non possiamo attaccarci direttamente ai display a sette segmenti: abbiamo bisogno di un circuito intermedio che interpreti il codice BCD e illumini i diodi corrispondenti al numero BCD applicatogli all'entrata. Ricorderemo sicuramente che questi display sono costituiti da diodi LED e hanno bisogno che le corrispondenti resistenze di polarizzazione vengano intercalate.

Il 4029 è un esempio di contatore integrato.

Flip-flop temporizzato

Il LED si illumina quando il circuito riceve l'illuminazione e rimane illuminato per un po' di tempo dopo che l'illuminazione è finita.

Questo circuito è stato pensato per lavorare in luoghi bui e in stato di riposo il LED rimane spento. Quando il circuito riceve della luce, il diodo LED si illumina rapidamente e così rimane finché perdura l'illuminazione. Quando l'illuminazione cessa, il diodo LED rimane acceso: si spegne dopo un periodo di tempo che dipende dai componenti utilizzati.

Il circuito

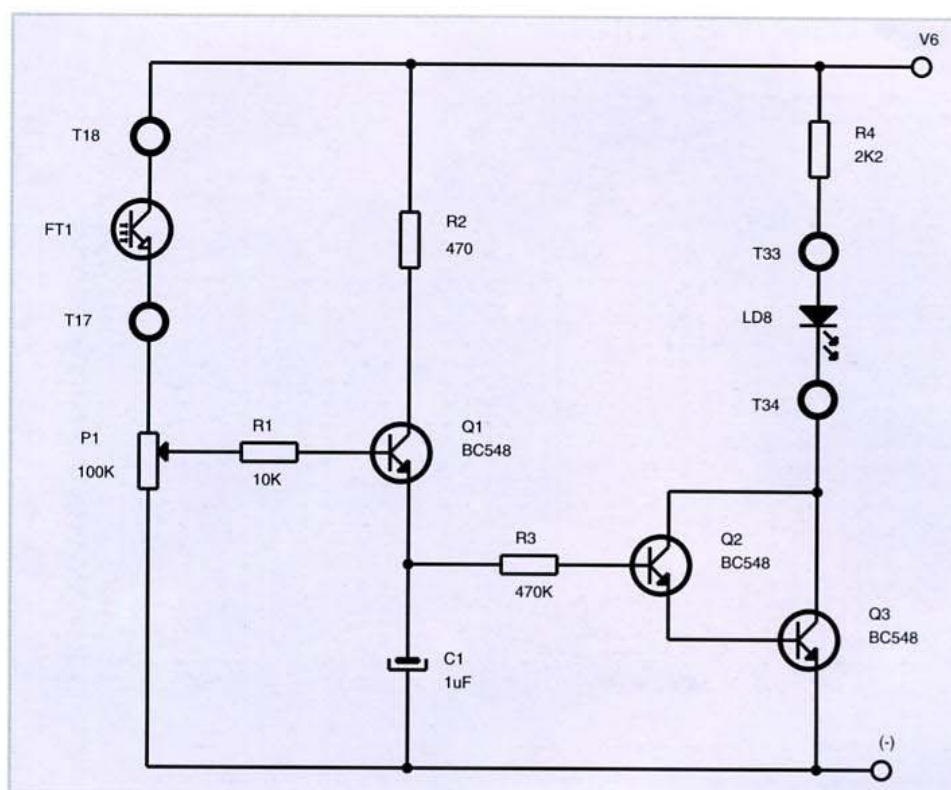
Il circuito è composto da varie parti. In questo caso – e contrariamente al solito – iniziamo a descriverlo dalla fine. Osservando lo schema, vediamo un diodo LED con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione R4. Quando circola corrente attraverso il transistor Q3, il diodo LED si illumina. I transistor Q2 e Q3 sono collegati in un modo molto comune in elettronica, nella cosiddetta configurazione Darlington: funzionano come se fossero un unico transistor, ma il loro guadagno ne risulta moltiplicato e, quindi, riescono a condurre anche con una corrente di base molto bassa. Perché questa coppia di transistor conduca – e riesca a pilotare il diodo LED – deve circolare attraverso la resistenza R3 una corrente di base.

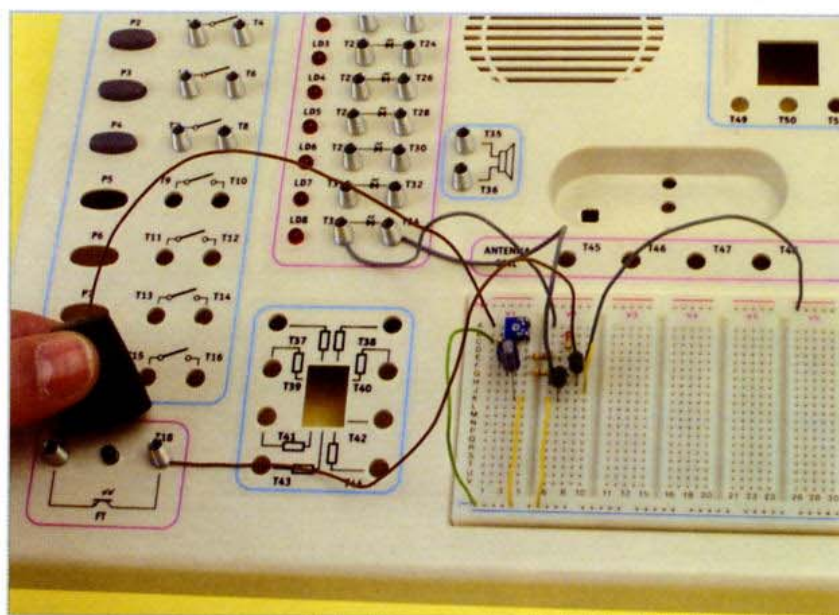
Questa resistenza è unita da un lato al condensatore C1 e dall'altro all'emettitore del transistor Q1. Possiamo dedurre dallo schema che il transistor Q1 eroga la corrente di base e della carica del condensatore C1. Il transistor Q1 conduce quando ha una sufficiente corrente di base e ciò succede quando il fototransistor conduce per effetto di una illuminazione sufficiente. Il potenziometro P1 consente di regolare la sensibilità del circuito per quanto la riguarda. La resistenza R2 limita la corrente che circola attraverso il collettore di Q1 quando è in conduzione.

Mantiene un flip-flop attivo per un po' di tempo dopo che l'illuminazione è finita.

Esperimento 1

Una volta montato il circuito, si regola il cursore del potenziometro a circa metà del percorso; si copre il fototransistor e si collega

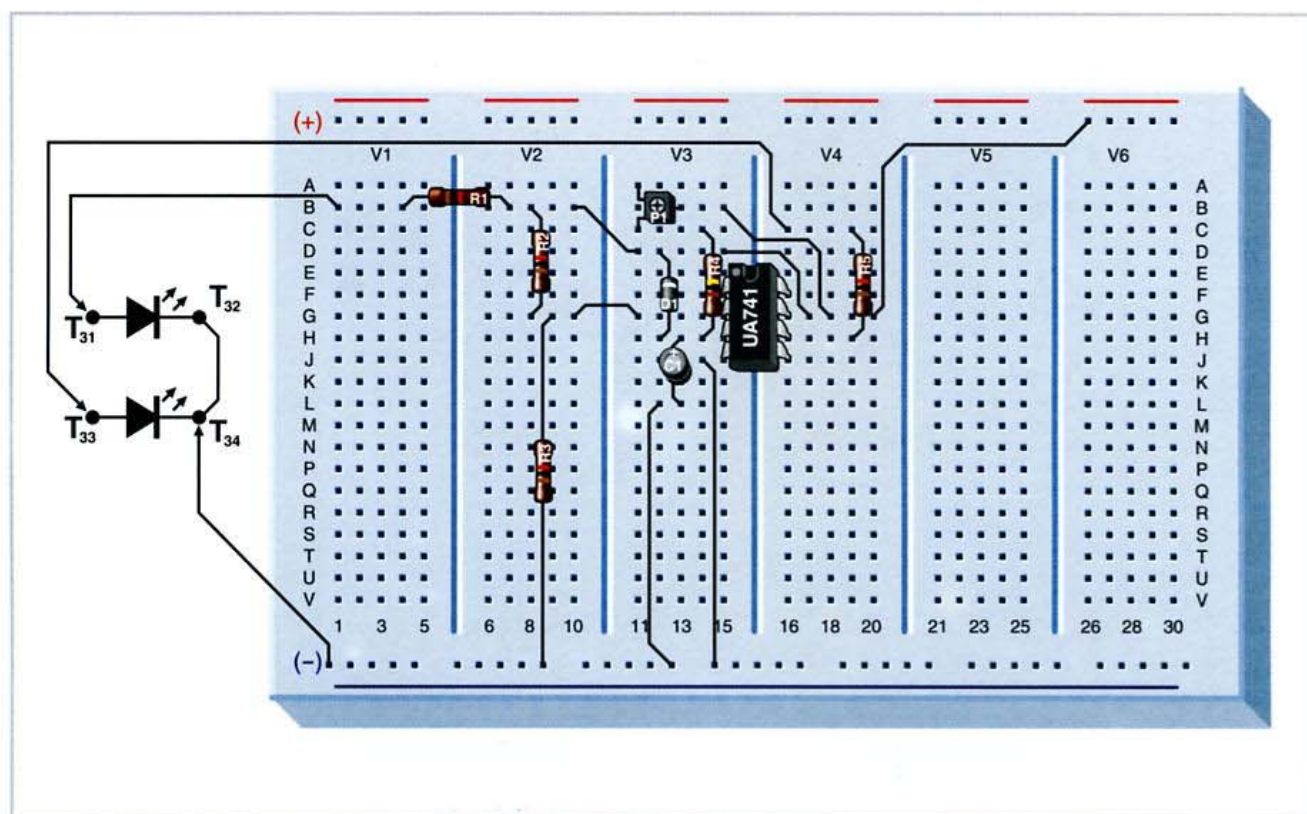
Flip-flop temporizzato

COMPONENTI	
R1	10 K
R2	470 Ω
R3	470 K
R4	2K2
P1	100 K
Q1, Q2, Q3, BC548	
LD8	
FT	

l'alimentazione. Se il fototransistor è oscurato, il LED rimarrà spento, ma se riceve della luce, quest'ultimo si illuminerà. Coprendo nuovamente il fototransistor, si vedrà che il LED rimarrà acceso per un determinato periodo di tempo. Ciò è dovuto al fatto che il condensatore C1 si carica molto rapidamente mediante la resistenza da 470Ω, ma si scarica lentamente attraverso la resistenza da 470K, perché Q2 consuma pochissima corrente.

Il diodo LED rimane illuminato un po' di tempo dopo che la luce si è spenta.

Esperimento 2

La capacità del condensatore C1 determina il tempo in cui il LED rimane illuminato; possiamo verificarlo con un condensatore da 100 nF, per vederne il funzionamento. Per temporizzazioni maggiori possiamo utilizzare 10 µF, 22 µF, 470 µF e, orologio alla mano, aspettare che si spenga dopo aver coperto il transistor. Iniziamo la prova con il condensatore da 100 nF per assicurarci che il LED sia ben coperto. Il condensatore da 470 µF è l'ideale per lasciare una piccola luce accesa nella camera dei bambini che si spenga poco dopo aver spento la luce principale.

LED ad accensione ritardata

Un LED si illumina quando si collega l'alimentazione, mentre l'altro si illumina dopo alcuni secondi.

Un modo con cui possiamo ottenere un ritardo all'accensione è l'utilizzo di un circuito RC e di un comparatore. A volte è necessario che una parte del circuito inizi a funzionare dopo un determinato periodo di tempo da quando è stata collegata l'alimentazione.

Il circuito

Il circuito possiede un LED, LD7, polarizzato con una resistenza R1, che si illumina direttamente con l'alimentazione. L'altra parte del circuito è un comparatore costruito con un 741.

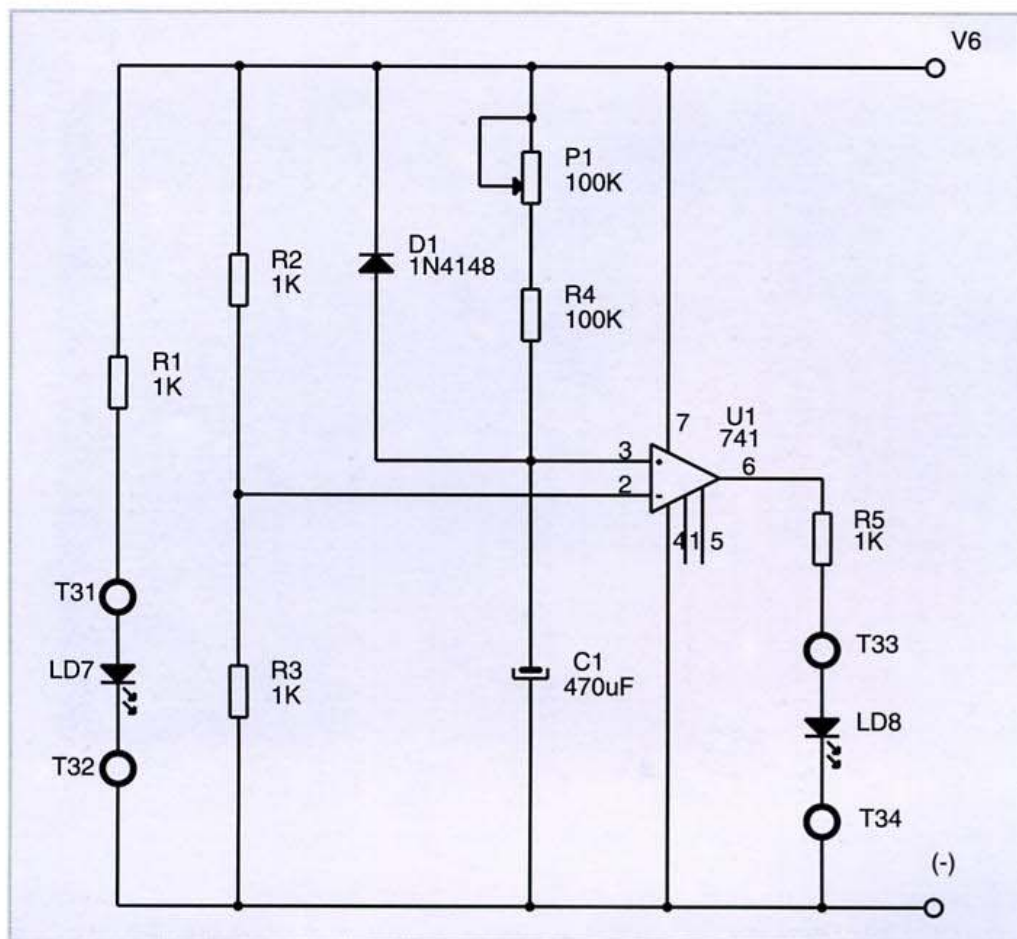
Il riferimento della tensione lo si ottiene dall'alimentazione: utilizzando un divisore di tensione formato dalle resistenze R2 e R3, si ottiene nel punto di unione delle due tensioni una tensione che sarà approssimativamente la metà della tensione dell'alimentazione. Questa tensione è il riferimento che collega all'entrata invertente dell'amplificatore operazionale. La tensione all'entrata non invertente dipende dalla carica del condensatore C1. Quando il circuito non è alimentato la tensione è 0. Se si collega l'alimentazione, però, il condensatore inizia a caricarsi attraverso la resistenza R4 e il potenziometro P1. Il diodo LED, LD8, all'inizio è spento e così rimane finché la tensione all'entrata invertente, presente sul terminale 3 del circuito integrato, supera quella di riferimento collegata all'entrata invertente; tutto ciò succede quando il livello di tensione nel condensatore supera i 4,5 Volt circa.

Quando si supera il riferimento, l'uscita dell'operazionale passa a livello alto e il diodo LED LD8 si illumina, rimanendo acceso finché l'alimentazione perdura.

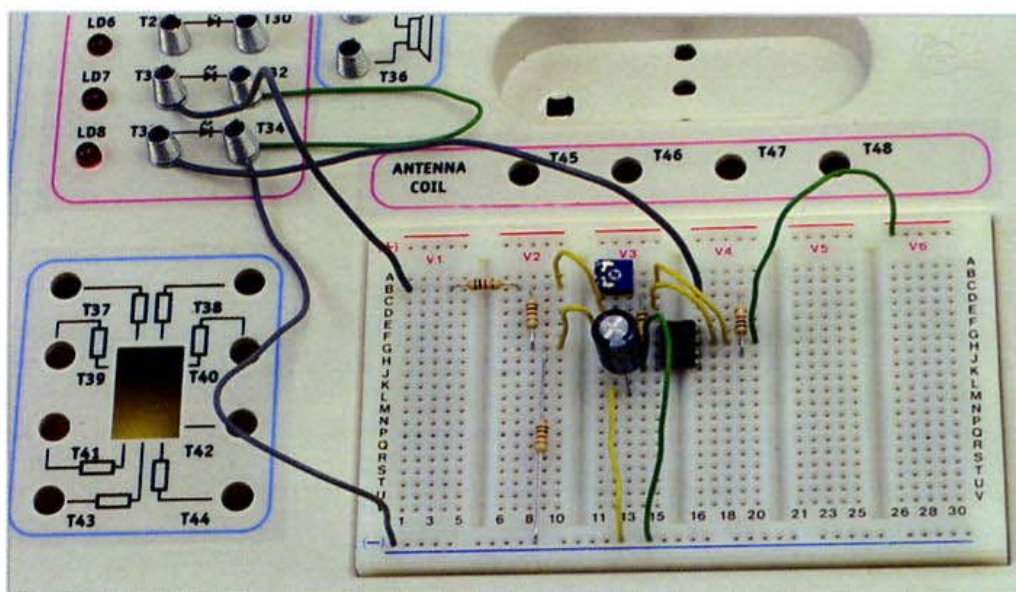
Il ritardo è basato su un circuito RC

Esperimento 1

Una volta montati sulla piastra dei prototipi tutti i componenti e dopo aver realizzato le rimanenti connessioni, si alimenta il circuito e si cronometra quanto impiega ad accendersi il secondo LED. Si ripetono le misurazioni per tutte le varie posizioni del cursore del potenziometro P1. Se per C1 si utilizza un valore di capacità minore, per esempio 10 µF, si può osservare il medesimo effetto, ma con un ritardo molto minore.

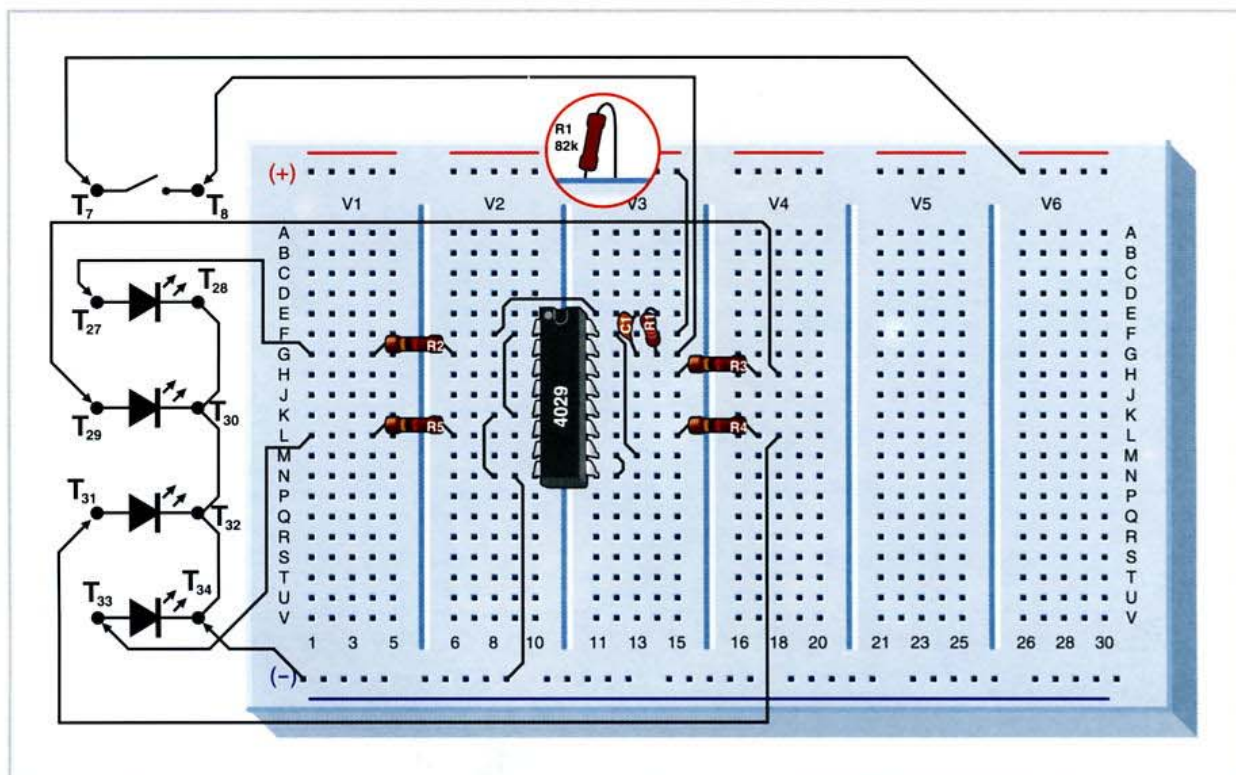
LED ad accensione ritardata

COMPONENTI	
R1, R2, R3, R5	1 K
R4	100 K
P1	100 K
C1	470 µF
D1	1N4148
U1	741
LD7, LD8	
FT	

Esperimento 2

Si può realizzare anche un giochino, abbastanza divertente da fare con qualche amico, che consiste nel ruotare il potenziometro e nell'indovinare quanto tempo passerà prima che il LED LD8 si illumini da quando colleghiamo l'alimentazione.

Il diodo LED LD8 si illumina in ritardo.

Esperimento 3

Questo circuito si utilizza normalmente per temporizzazioni lunghe, ma può anche succedere che sia necessario spegnere il LED. Per far ciò basta unire con due fili i terminali di uno dei pulsanti alle connessioni del condensatore C1; in questo modo si scarica il condensatore e il LED LD8 si spegne immediatamente.

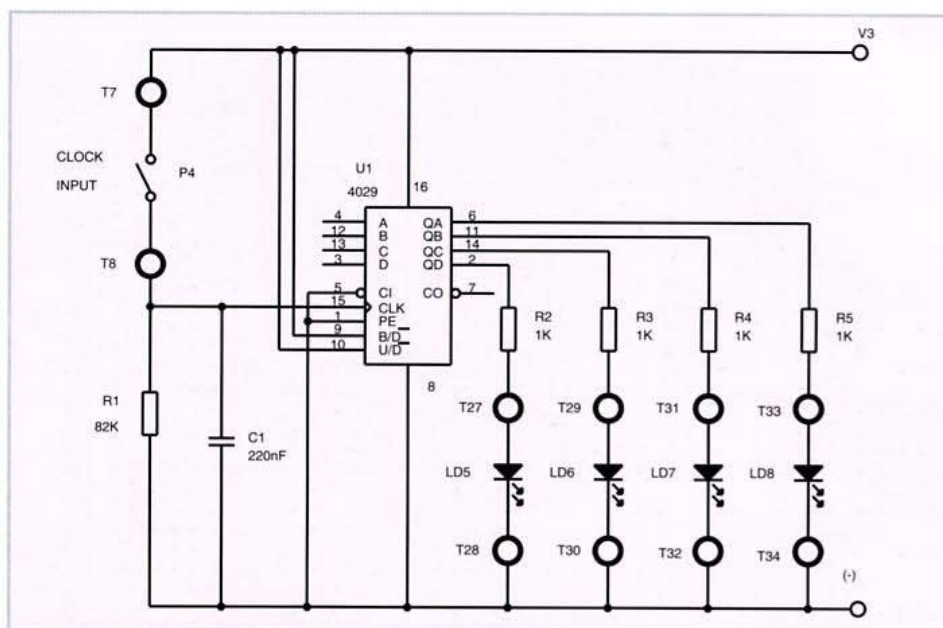
Contatore binario standard

Il circuito ci consentirà di vedere passaggio per passaggio i diversi valori che il codice binario a 4 bits andrà prendendo. A tal fine utilizzeremo un circuito contatore che ad ogni impulso del clock incrementerà il valore dell'uscita. Ciascuna delle 4 uscite ha un diodo LED che ci permetterà di verificarne direttamente lo stato e di visualizzare così il codice di quattro bits che formano.

L'integrato

Il 4029 è un circuito integrato di grande utilità e dalle molte applicazioni in elettronica. Possiamo inserirlo nei contatori da 4 bits, dato che consente quasi tutte le opzioni che un integrato di questo tipo può avere. Le 4 uscite dell'integrato che formano il codice binario vanno cambiando ogni volta che entra un impulso di ingresso attraverso il terminale CKL, sigla che definisce il terminale dell'orologio (clock) e attraverso il quale il circuito riceve l'ordine di cambiare il codice successivo, cioè di incrementare il conteggio. Per far ciò si introduce un impulso, oppure, che è la stessa cosa, un cambiamento dal livello basso '0' al livello alto '1'. Se il terminale 9 è a livello alto, il conteggio sarà realizzato in binario puro e quindi l'uscita varierà tra 0000 e 1111.

Facciamo qualche appunto su ciò a cui si riferisce il segnale del clock. Il segnale del clock non è un segnale speciale, non deve essere, cioè, un segnale quadro e non importa nemmeno il tempo in cui il segnale è a livello alto '1' o a livello basso '0', nell'ambito del periodo. Di norma, comunque, si dispone di un ciclo di lavoro del 50% (metà del periodo '1' e metà del periodo '0'). L'integrato è preparato anche per essere collegato a cascata con altri contatori, cosicché si possa incrementare il conteggio oltre a 1111 = 15; a tal fine utilizzeremo i segnali CI e CO. Grazie a questa opzione possiamo contare fino al valore che vogliamo, ricordandoci sempre che il massimo valore del conteggio verrà dato da N, il numero di bits dell'uscita, e che il valore massimo sarà sempre dato da $2^N - 1$. Per 4 bits, per esempio, abbiamo $2^4 - 1 = 15$. L'integrato ammette anche un'altra serie di opzioni, che vedremo negli altri esperimenti, così da poterlo conoscere approfonditamente.

Ogni bit in stato '1' viene visualizzato con un LED.

Contatore binario standard

COMPONENTI	
R1	82K
R2-5	2K2
U1	4029
C1	220 nF
P4	
LD5, LD6, LD7, LD8	

Funzionamento

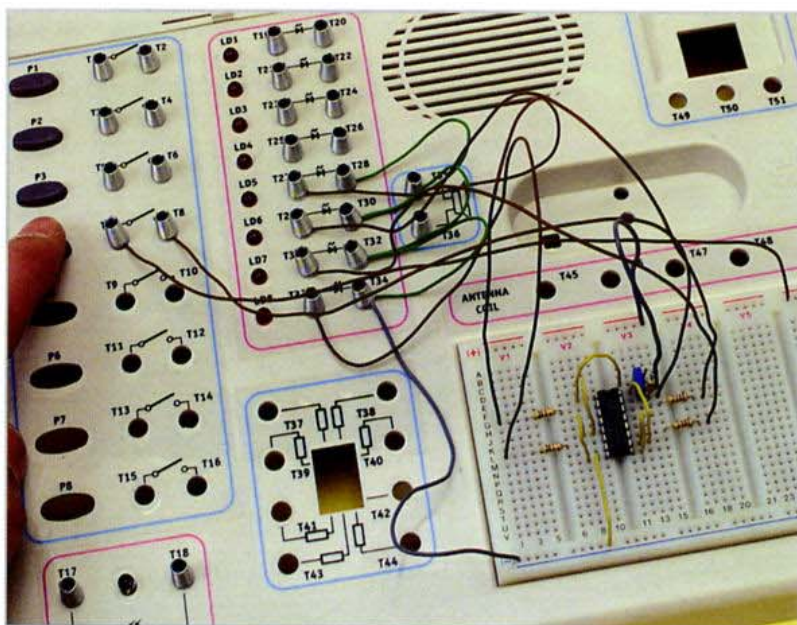
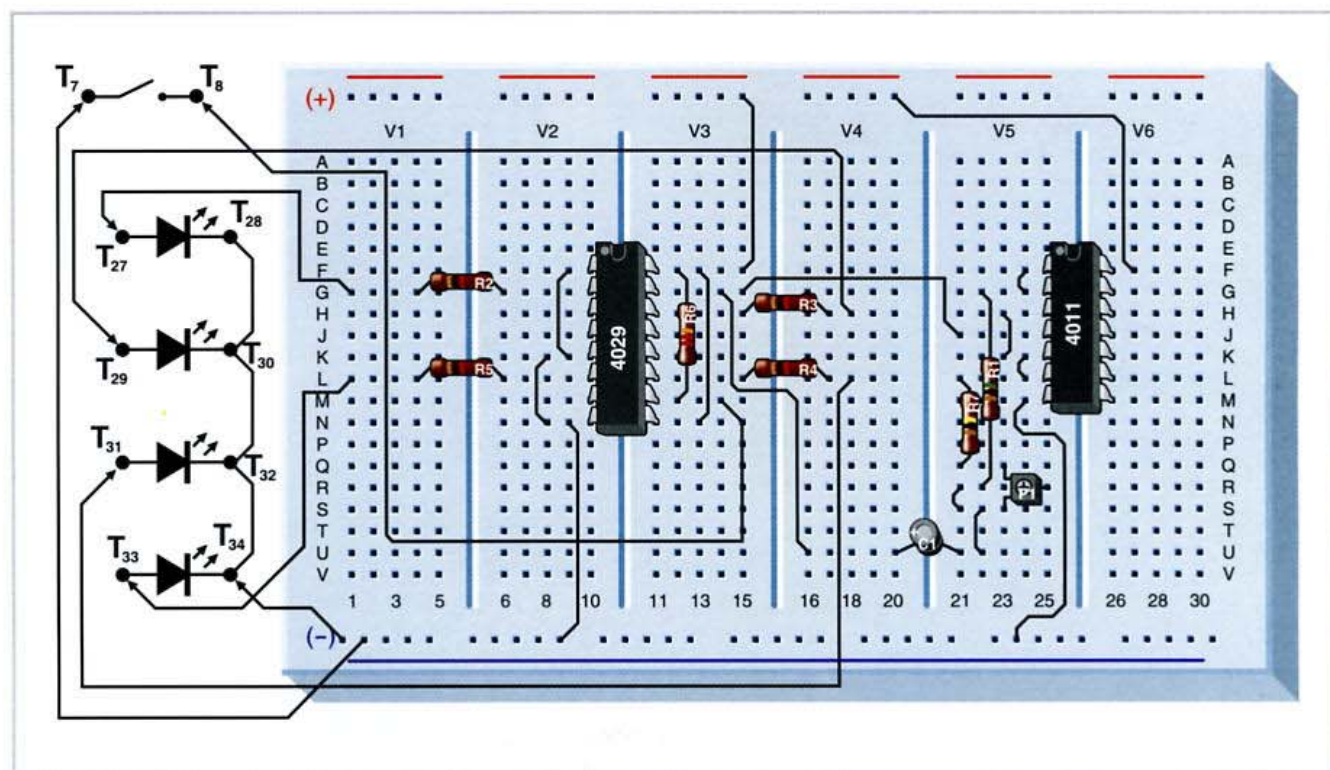
Innanzitutto, per visualizzare le 4 uscite di cui dispone il nostro circuito contatore, QA–QD, sono stati direttamente collocati 4 diodi LED. Essendo un integrato del tipo CMOS, grazie all'uscita bufferizzata può sopportare la corrente dei 4 LED nel medesimo tempo; le resistenze di polarizzazione evitano che il consumo sia eccessivo. Tutti i segnali d'entrata, eccetto quello del clock, vanno posti ai livelli raccomandati dallo schema perché possa contare da 0 a 15, in binario puro. Collocare l'entrata CI, terminale 5, a massa, è importante perché l'integrato funzioni correttamente. L'entrata del clock è normalmente a livello basso mediante la resistenza R1 e quando pigiamo P4 si produce un cambiamento di livello che darà luogo all'impulso di cui il contatore ha bisogno per incrementare la propria uscita a un altro numero superiore, o se ha già raggiunto il valore di massimo conteggio, 1111, il successivo impulso lo farà passare a 0000. Se non avessimo il condensatore C1, la maggior parte delle volte che pigeremmo il pulsante P4, potrebbero prodursi rimbalzi e il contatore potrebbe incrementare il suo conteggio di più unità. Possiamo realizzare l'esperimento togliendolo e verificandolo.

Ogni volta che P4 viene pigiato, il contatore avanza.

TAVOLA DI CODICE BINARIO

Numero Decimale	QD	QC	QB	QA
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Contatore ascendente/discendente

Il contatore a 4 bits conteggia in avanti o indietro in binario.

Il circuito ci permetterà di imparare definitivamente il codice binario, cosicché potremo cambiare l'uscita in modo che incrementi o diminuisca. Il codice di uscita cambierà automaticamente, perché il segnale del clock verrà direttamente fornito da un oscillatore astabile che funziona abbastanza lentamente così da darci abbastanza tempo da poter riconoscere il codice.

Il contatore

Il contatore realizzato con il 4029 ci permetterà di contare in binario puro con 4 bits, da 0000 a 1111. Le uscite verranno direttamente visualizzate dai diodi LED LD5 e LD8. Per poter contare in binario puro dobbiamo collocare il terminale 9 dell'integrato a livello alto, e quindi lo collegheremo all'alimentazione. Come sempre, l'integrato inizia il conteggio dal valore 0000; collegheremo il terminale dell'entrata 1 al negativo dell'alimentazione. Perché il contatore conteggi in maniera ascendente o discendente si deve agire sul terminale 10U/D, che significa UP/DOWN (alto/basso). Questo terminale collocato a livello alto farà sì che il 4029 conteggi in maniera ascendente e arrivato alla fine ricominci da zero. Se collochiamo a livello basso il terminale 10, il conteggio avverrà da 15 a 0 e una volta arrivato a questo valore ritornerà a 15. Per collegare questo terminale a livello basso si deve mantenere premuto il pulsante P4.

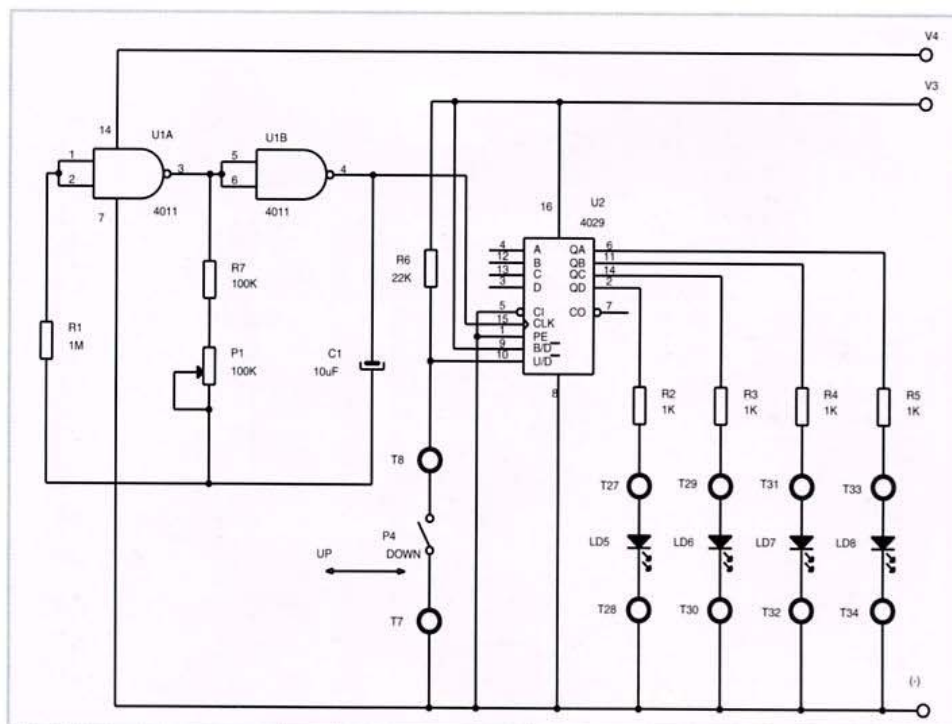
Ogni bit in stato '1' viene visualizzato con un LED.

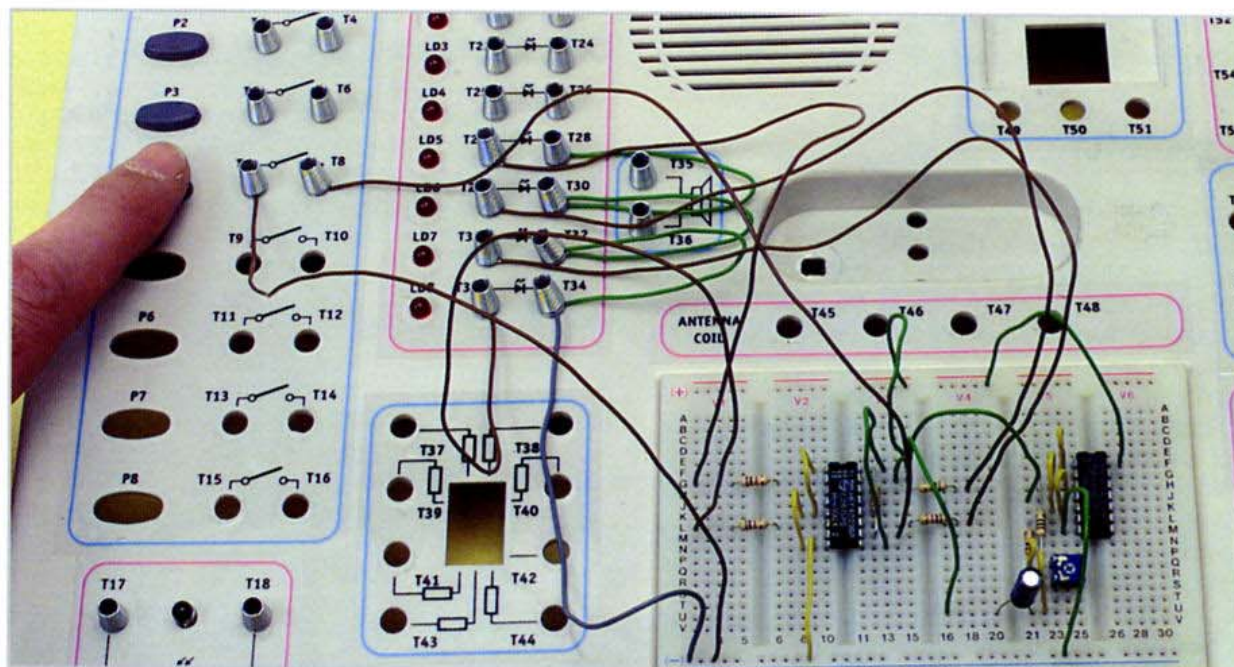
Come ottenere il clock

Vista la teoria, realizziamo adesso il montaggio reale. Quando abbiamo collegato tutti i componenti come indicato nello schema, perché tutto funzioni ci avvarremo di un clock. A noi interessa che abbia una frequenza lenta, che ci permetta di visualizzare i diversi stati di uscita ad uno ad uno; potremo, quindi, utilizzare l'esperimento "Digitale 5" effettuando qualche cambiamento per ottenere un segnale di minor frequenza. A tal fine collocheremo un potenziometro da 100K in modo da poter variare la frequenza in uscita. Questo è il periodo di tempo che trascorre da uno stato logico al successivo.

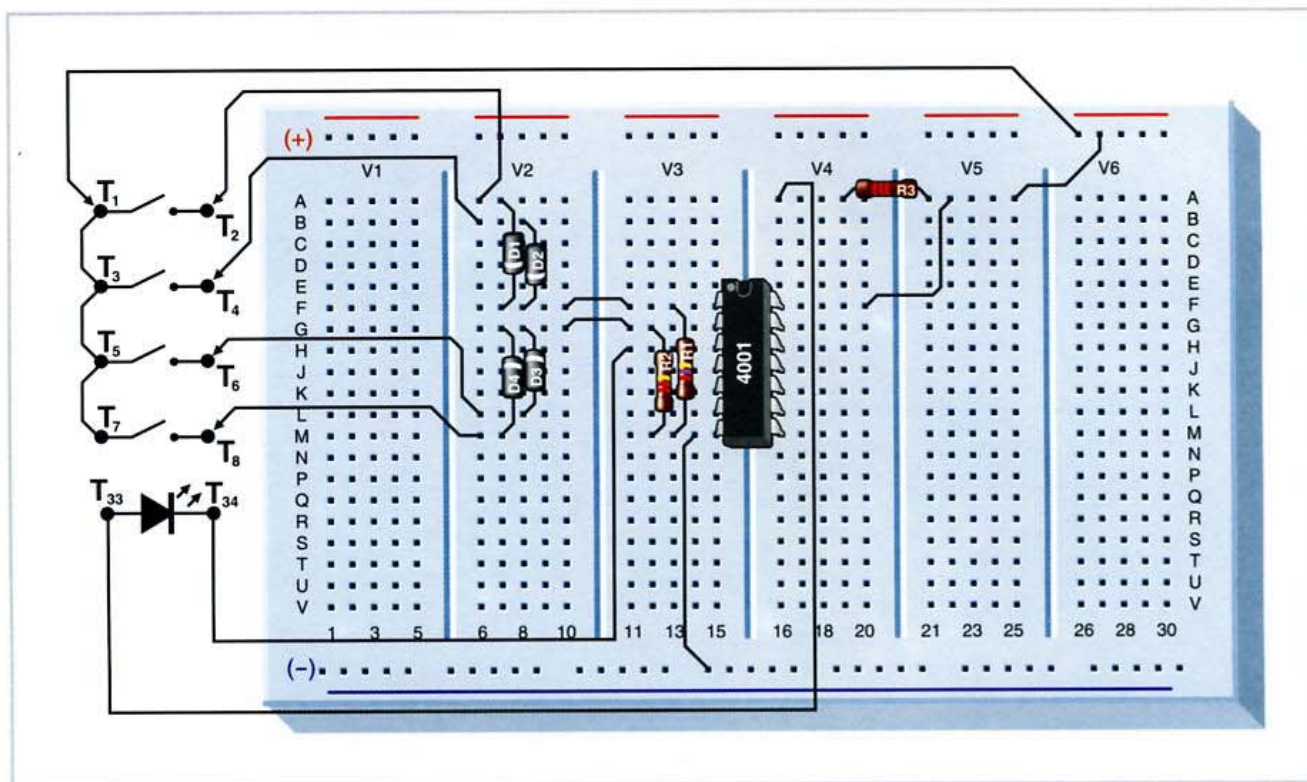
Avviamento

Una volta collegato il clock al circuito, basterà collegarlo all'alimentazione perché funzio-

Contatore ascendente/discendente

COMPONENTI	
R1	1 M
R2-R5	1 K
R6	22 K
R7	100 K
P1	100 K
C1	10 µF
U1	4011
U2	4029
LD5, LD6, LD7, LD8	
P4	

ni stabilmente. Con la tavola davanti e considerando che il clock varia rapidamente, possiamo ruotare il potenziometro fino ad arrivare alla variazione che vogliamo. Il conteggio è ascendente con P4 senza premere P4 e discendente con P4 premuto. Il circuito deve funzionare senza nessun problema una volta collegato. Se non funziona, verificheremo che i due integrati siano correttamente alimentati e che il condensatore elettrolitico sia inserito con la corretta polarità.

Perché il conteggio sia discendente il pulsante P4 va mantenuto premuto.

Porta NOR a quattro entrate

Perché il LED si illumini basta premere uno dei 4 pulsanti

Questo circuito si utilizza per aumentare il numero di entrate di una porta NOR. Con l'obiettivo di facilitare la realizzazione dell'esperimento si utilizzano 4 pulsanti che, se azionati, applicano un '1' all'entrata a cui sono collegati.

Utilizza una porta NOR e quattro diodi

Il circuito

Il circuito utilizza solamente una delle porte del circuito integrato 4001. A qualunque entrata a cui applichiamo un livello alto, l'uscita della porta sarà 'zero' e il diodo LED si illuminerà. Perché il LED non si accenda tutte le entrate devono essere a livello basso. C'è un dettaglio molto interessante. Utilizzando un diodo, i circuiti d'entrata diventeranno indipendenti; per questo motivo questo tipo di porte è molto utilizzato nei sistemi di allarme. Le resistenze R1 e R2 assicurano che le entrate siano poste a livello 'zero', soprattutto se sono collegate a cavi molto lunghi.

Esperimento 1

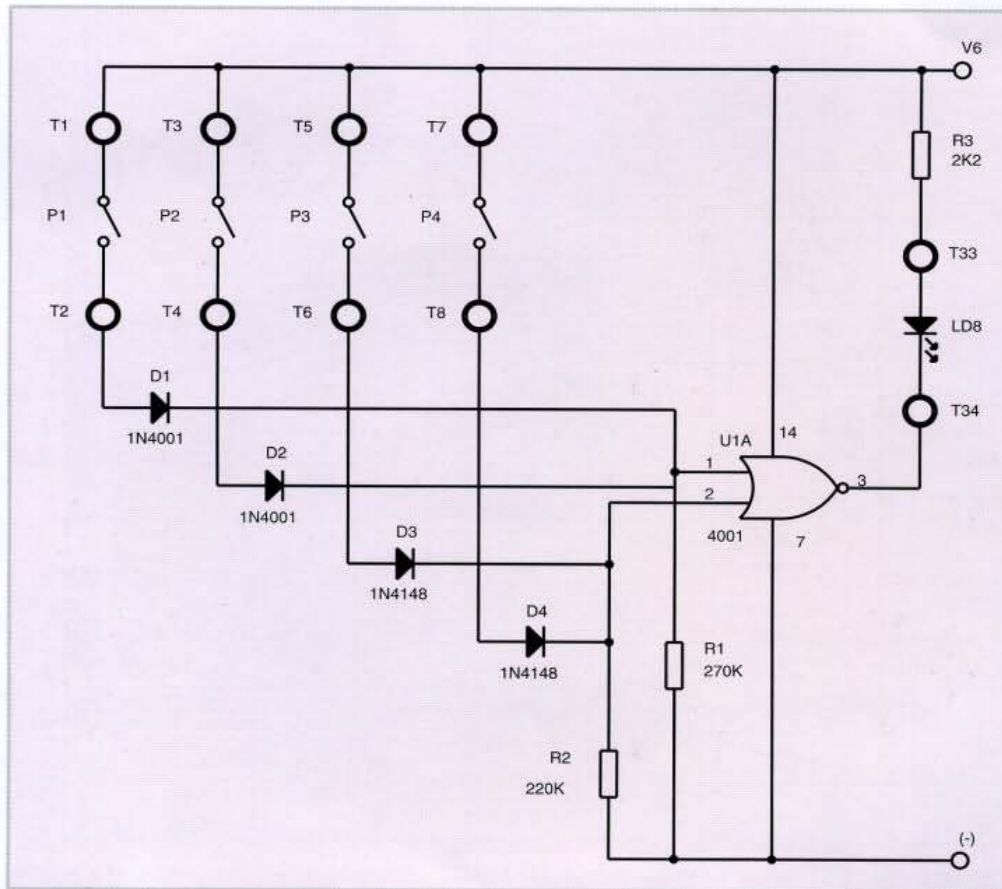
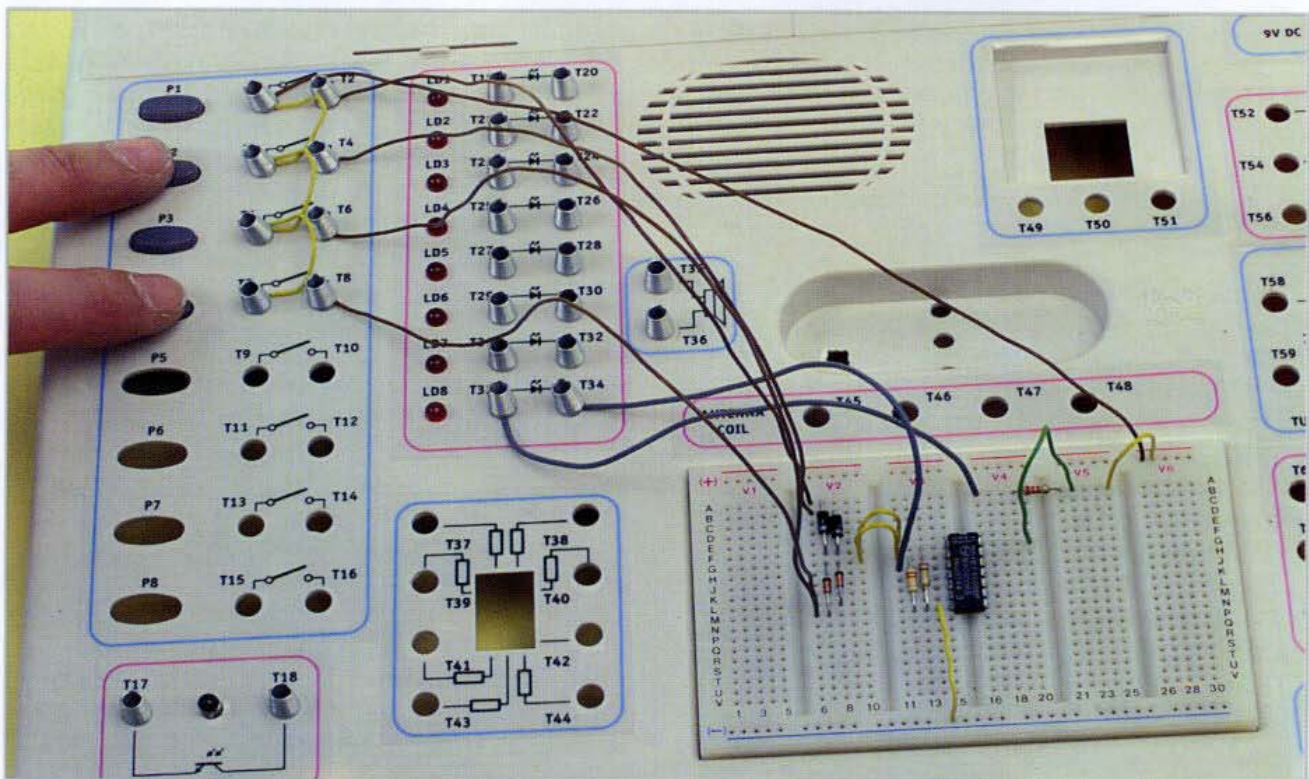
Il montaggio dei componenti sulla piastra del circuito stampato non presenterà molte difficoltà; ci si deve soffermare sulla collocazione del circuito integrato e sull'orientamento dei diodi; il terminale corrispondente al catodo è quello più vicino alla banda di identificazione. Il diodo LED LD8 si illumina solamente quando c'è almeno un pulsante premuto; perché, invece, non si illumini, tutti i pulsanti non devono essere premuti: devono avere uno 'zero' a tutte le entrate.

Esperimento 2

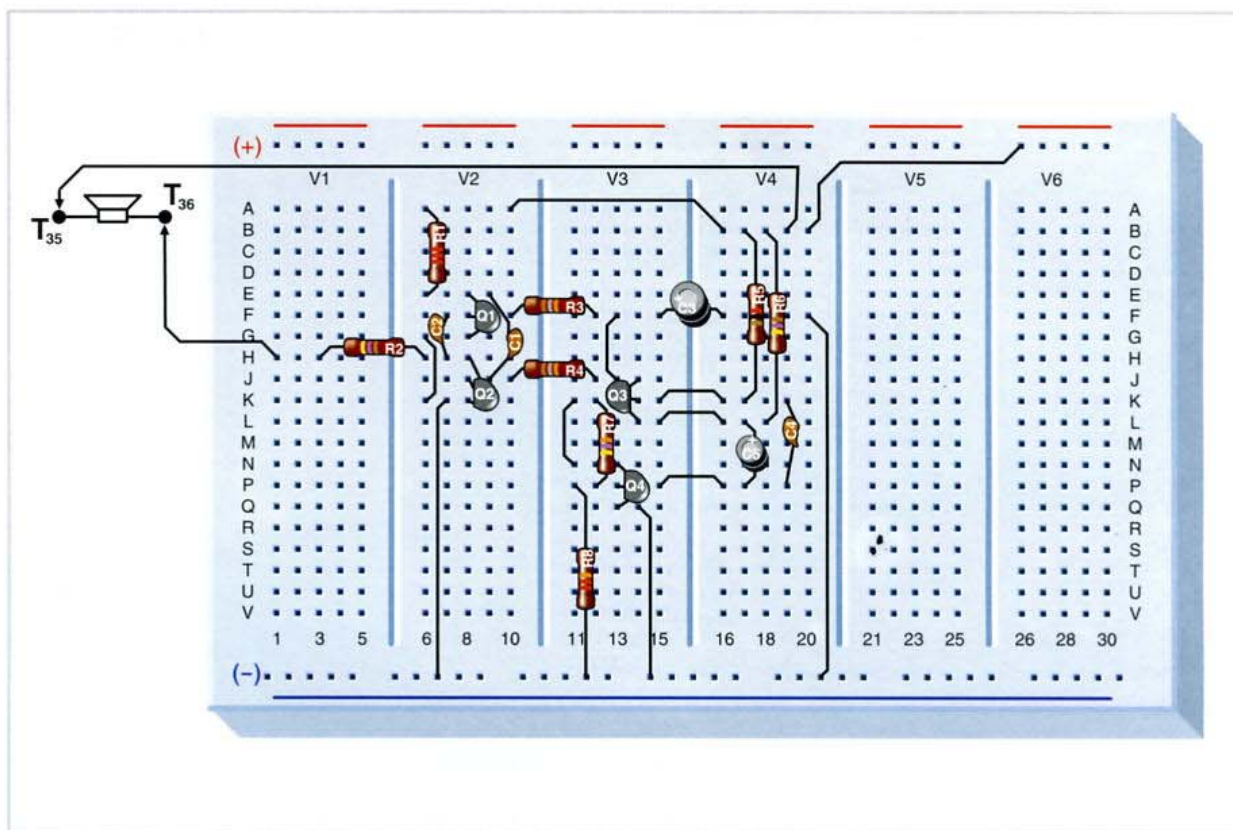
Si collega il LED di uscita tra il terminale 3 del circuito integrato e il negativo dell'alimentazione, interponendo anche la resistenza R3. In questo esperimento il LED si spegne premendo uno qualunque dei tasti e rimane illuminato se le 4 entrate sono a livello 'zero'.

Esperimento 3

Se si desidera invertire l'uscita, basta interporre tra l'uscita della porta NOR, terminale 3 del catodo del LED LD8, segnato come T34, una porta NOT o invertente che si può ottenere con una porta NOR unendo le sue entrate.

Porta NOR a quattro entrate

COMPONENTI	
R1	270 K
R2	220 K
D1, D2	1N4001
D3, D4	1N4148
U1	4001
LD8	
P1, P2, P3, P4	

Il LED si illumina quando un qualunque pulsante viene premuto.

Generatore di suono a sirena

Simula il suono delle sirene meccaniche.

Questo circuito può essere molto utile per i modellini delle automobili quando si vuole simulare il suono di una sirena meccanica. La frequenza del suono aumenta e contemporaneamente aumenta anche il livello sonoro fino a raggiungere il valore massimo prefissato.

Il circuito

Il circuito è un oscillatore astabile che è composto dai transistor Q1, Q2 e dai suoi componenti ausiliari. L'altoparlante si collega in serie con la resistenza del collettore di Q2. Questo oscillatore funziona liberamente ed emette un suono periodico quando riceve l'alimentazione. Se osserviamo lo schema, vedremo che ci sono due resistenze da 18K, R3 e R4, che sono collegate al positivo di un condensatore che si carica con l'altro circuito; in questa maniera la tensione varia lentamente nel momento della connessione dell'alimentazione e poi si stabilizza. Ne consegue che la frequenza cambia a seconda di come va aumentando la tensione, finché si stabilizza, simulando il suono caratteristico delle sirene meccaniche e che è dovuto al fatto per cui quando partono il motore è fermo e impiega un po' di tempo a raggiungere la sua massima velocità.

È un oscillatore astabile con qualche modifica

Esperimento 1

Questo circuito è semplice, ma bisogna effettuare abbastanza connessioni. Per evitare degli errori, vanno seguiti sia il piano di montaggio che lo schema elettrico; in questo caso i quattro transistor utilizzati sono uguali e del tipo NPN, ciononostante si deve fare molta attenzione al loro orientamento per evitare errori di connessione.

Esperimento 2

Se si vuole ottenere un livello di suono anche maggiore, si può collegare una resistenza da 680Ω in parallelo con la re-

Generatore di suono a sirena

COMPONENTI	
R1	2K2
R2, R6	470 ΩW
R3, R4	18K
R5	1K
R7	47K
R8	22K
C1	22 nF
C2	100 nF
C3	470 µF
C4	10 nF
C5	10 µF
Q1, Q2, Q3, Q4	BC548
ALTOPARLANTE	

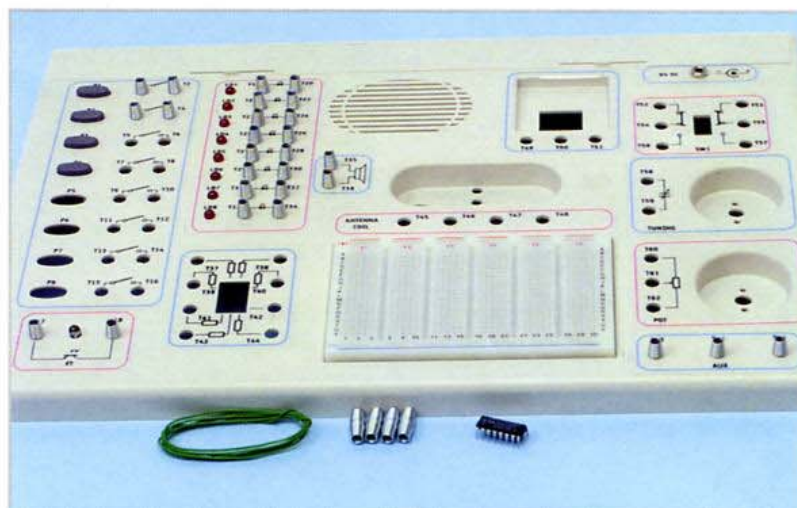
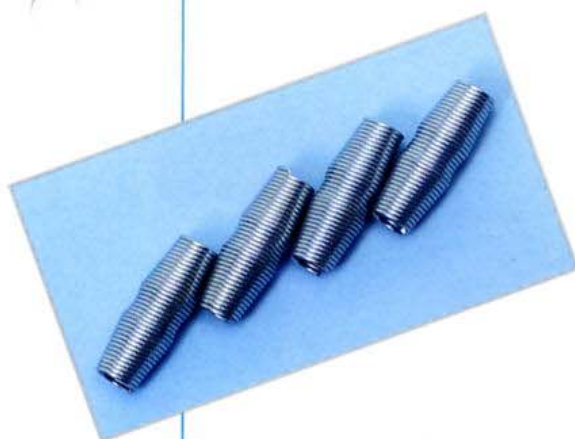
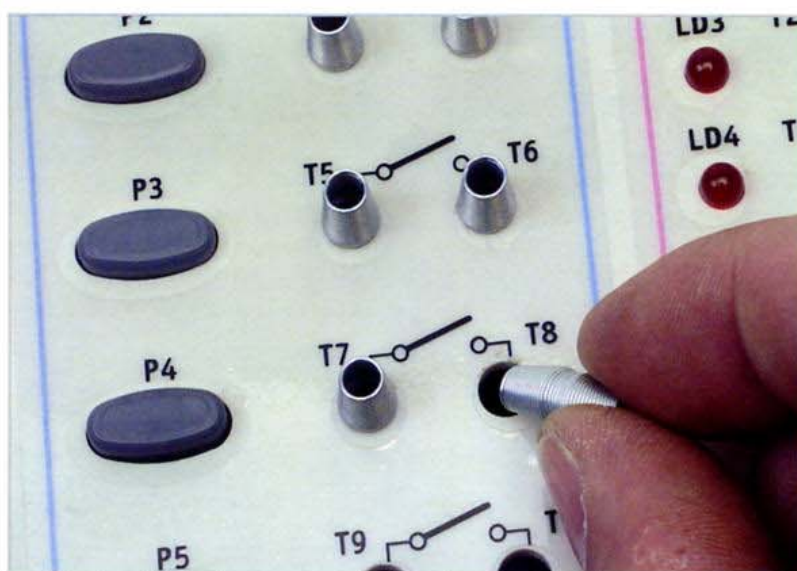
sistenza da 470Ω, R2. Questo montaggio funziona molto sicuramente e consente di realizzare cambiamenti dei componenti, sempre per valori vicini, ottenendo diversi suoni. Raccomandiamo di cominciare cambiando i valori di C1, di C2 e anche di C3, le resistenze R1, R2, R3 eccetera. Si consiglia di realizzare i cambiamenti uno per volta, di tornare al valore originale, di effettuare il cambiamento successivo e di osservare i mutamenti che si producono. Si deve scollegare il cavo che unisce V6 per togliere l'alimentazione, mentre si realizzano le variazioni.

Il suono generato ricorda quello delle sirene meccaniche.

Connessioni della tastiera superiore

Si installano quattro molle per poter utilizzare i quattro contatti sulla parte superiore della tastiera.

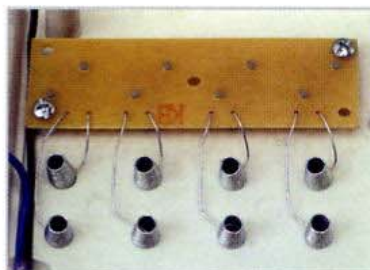
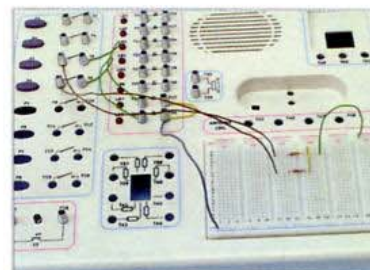
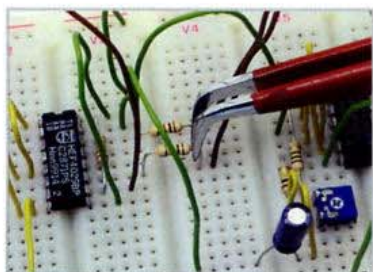
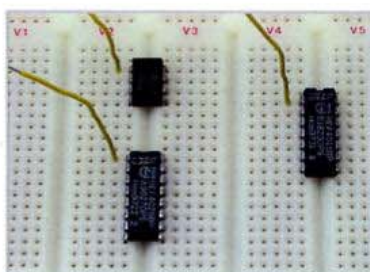
MATERIALI

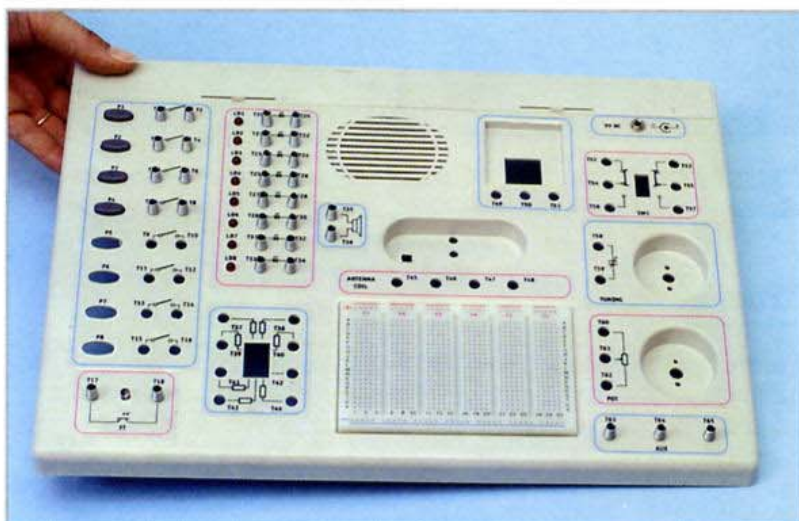
1. **Molle (4)**

1 Disponendo i quattro tasti si facilita la realizzazione degli esperimenti e si eliminano alcune connessioni e disconnessioni che prima erano state effettuate con i fili.

2 Le molle di contatto si inseriscono dall'esterno ruotandole leggermente e tirandole dall'interno, senza deformarle.

Trucchi

I terminali dei componenti devono stare ben diritti per non piegarsi facendovi pressione per inserirli nella piastra dei prototipi. Lo si deve verificare anche per i cavi. Quando un componente, o un cavo, è stato utilizzato con una certa frequenza, può essere necessario intestarlo nuovamente tagliando la punta dei suoi terminali.

Connessioni della tastiera superiore

3 Il circuito della tastiera aveva già dei cavi saldati. Si inclineranno leggermente le molle così da infilarvi il filo che ne rimarrà prigioniero.

4 Questa è una buona occasione per ripassare tutte le connessioni della tastiera, verificando che siano ben chiuse dalle molle e che non si verifichino cortocircuiti.

5 L'insieme delle connessioni dei pulsanti può essere verificato interponendo un LED e una resistenza di polarizzazione.

6 Quando sulla piastra ci sono molti componenti, è utilissimo disporre di una piccola pinza a punte piatte, o di alcune pinze per avere un buon accesso e mettere o togliere componenti.

7 I circuiti integrati hanno il terminale 1 segnato con una tacca o un punto. In questo caso si è inserito un cavo per segnalare il terminale 1 di ciascun integrato.

8 Si dispone di una tastiera con 4 tasti e le loro corrispondenti molle di connessione.

9 Il laboratorio si sta completando; oggi abbiamo realizzato la tastiera superiore con 4 tasti.